UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA

FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS, GEOLOGÍA Y CIVIL

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

MEDICIONES Y TEORIA DE ERRORES

ASIGNATURA: FÍSICA I (FS-142)

HORARIO: LUNES (2-5 pm)

INTEGRANTES:

- ✓ AYME HUAMÁN, Edwardo Alonso
- ✓ CÓRDOVA ASTO, Juan Gabriel
- ✓ GUZMÁN RIVAS, Henrry Jesús

DOCENTE: Mg. QUISPE JANAMPA, Kleber

ENTREGA: lunes 16 de setiembre del 2019

AYACUCHO – PERÚ

2019

INDICE:

1. **OBJETIVOS:** 3
2. **FUNDAMENTO TEORICO** 4
   a) **Clases de Medidas:** 4
   b) **Teoría de errores:** 4
   c) **Errores sistemáticos teóricos:** 5
   d) **Errores estadísticos:** 5
   e) **Combinación de errores sistemáticos y estadísticos.** 5
   f) **Propagación de errores o errores cometidos en mediciones indirectas.** 6
   g) **Cifras Significativas:** 6
3. **MATERIALES E INSTRUENTOS** 7
4. **PROCEDIMIENTO** 7
5. **DATOS EXPERIMENTALES** 7
6. **RESULTADOS** 9
7. **OBSERVACIONES:** 21
8. **CONCLUSIONES:** 21
9. **CUESTIONARIO:** 22
10. **BIBLIOGRAFÍA** 24
11. **ANEXOS:** 25

1. OBJETIVOS:

- Identificar las fuentes de error.
- Determinar el verdadero valor de magnitudes físicas medidas directa e indirectamente.
- Familiarizarse con equipos de medición de laboratorio.

2. FUNDAMENTO TEORICO

Las magnitudes físicas son determinadas, generalmente, experimentalmente por medidas o combinación de medidas de las cuales tienen una inseguridad o incertidumbre intrínseca debido a muchos factores.

Para establecer el valor de una magnitud tenemos que usar instrumentos de medición y un método de medición. De manera que asociado al proceso de medición y a los instrumentos de medición encontramos una inseguridad e incertidumbre en el resultado de la medición. En ciencias e ingeniería, el concepto de error tiene un significado diferente del uso habitual de este término, el error, está más bien asociado al concepto de incerteza en la determinación del resultado de una medición.

Definiciones fundamentales:

Medición:

La medición es un proceso básico en la ciencia que consiste en comparar un patrón seleccionado con el objeto o fenómeno, cuya magnitud física se desea medir para ver cuantas veces el patrón está en esa magnitud.

a) Clases de Medidas:

a) Medida Directa:
La medida o medición diremos que es directa, cuando disponemos de un instrumento de medida que la obtiene comparando la variable a medir con una de la misma naturaleza física.

b) **Medida Indirecta:**
Medición indirecta es aquella en la que una magnitud buscada se estima midiendo uno o más magnitudes diferentes, y se calcula la magnitud buscada mediante calculo a partir de la magnitud o magnitudes directamente medidas.

b) Teoría de errores:

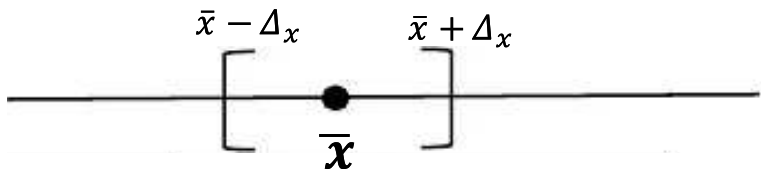
las magnitudes físicas son experimentalmente por medidas o combinación de medidas. Estas medidas obtenidas por algún equipo de laboratorio generan una incertidumbre debido a muchos factores. Debido a esta inseguridad es que se desarrolla la Teoría de Errores

- **Error de Medida:** Es la diferencia entre el valor obtenido en un proceso de medición y el valor verdadero de la magnitud que se mide.
- **Verdadero valor de una Magnitud:** Es el valor que se obtendrá utilizando técnicas, muestras e instrumentos perfectos. Este valor no puede ser obtenido en la práctica, sin embargo, se supone su existencia. Si asumimos que x es el valor verdadero de una magnitud física y x el valor más probable con error estimado Δ_x , entonces:

$$\boldsymbol{x = \overline{x} \pm \Delta x}$$

El valor verdadero define u intervalo de valores, alrededor del valor más probable o medio

$\overline{\boldsymbol{x}}$



En la medida que el error sea cada vez más pequeño el intervalo de valores del valor verdadero es menor.

- **Valor medio o valor promedio ($\bar{x}$):** Es la media aritmética de una serie de medidas.

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^{n} x_i}{n}$$

- **Desviación estándar de la media (σ_n):** Es una medida de la dispersión de una serie de medidas y se define por:

$$\sigma^n = \sqrt{\frac{\sum^{i-1} n^{(x^i - \bar{x})^2}}{n-1}}$$

c) Errores sistemáticos teóricos:

Son aquellos que están relacionados con las ecuaciones o expresiones matemáticas que se usan en el diseño o calibración de los instrumentos. Por ejemplo, para el caso de una regla patrón, vemier, micrómetro, balanza de error estimado es la mitad de la lectura mínima del instrumento.

d) Errores estadísticos:

Cuando se realizan varias mediciones de una magnitud física, los valores obtenidos generalmente no son iguales y difieren ligeramente entre ellos, debido a muchos factores. Cuando se realizan n mediciones de una magnitud física x generalmente obtenemos lecturas diferentes; luego el valor estimado o más probables x esta dado por el valor medio de las n mediciones. Asumimos como error estimado como la desviación estándar de la media.

e) Combinación de errores sistemáticos y estadísticos.

En general, en un experimento, estarán presentes tanto los errores sistemáticos como a los estadísticos, de modo que el resulta útil definir el error total de la medición, como:

$$\Delta x = \sqrt{(\Delta x_e)^2 + (\sigma_n)^2}$$

. Este procedimiento de sumar los cuadrados d ellos errores es un resultado de la estadística, y proviene de suponer que todas las distintas fuentes de error son independientes una de otras.

f) Propagación de errores o errores cometidos en mediciones indirectas.

La determinación del valor verdadero de una magnitud física en forma indirecta requiere que la magnitud a medirse sea una función:

$$z = f(x, y)$$

La magnitud z se obtiene a partir de otras magnitudes x, y, independientes entre si, cuyos valores se obtienen todos o en partes de mediciones directas.

Con ayudas de técnicas de estadística se demuestra, que la forma mas adecuada para determinar el error resultante de mediciones indirectas es:

$$\Delta z = \sqrt{\left(\frac{\partial z}{\partial x}\right)^2 (\Delta x)^2 + \left(\frac{\partial z}{\partial y}\right)^2 (\Delta y)^2}$$

Ejemplo: Consideremos las funciones siguientes:

$$\underline{x^n y^m}$$

$$\frac{\Delta z}{z} = \sqrt{\left(n\frac{\Delta x}{x}\right)^2 + \left(m\frac{\Delta y}{y}\right)^2 + \left(P\frac{\Delta w}{w}\right)^2}$$

Para cálculos preliminares, esta expresión puede aproximarse por:

$$\frac{\Delta z}{z} \approx n\left|\frac{\Delta_x}{x}\right| + m\left|\frac{\Delta y}{y}\right| + p\left|\frac{\Delta w}{w}\right|$$

Esta última expresión para la propagación de los errores se conoce con el nombre de aproximación de primer orden, mientras que la anterior, se la denomina aproximación de segundo orden.

Otro caso particular de interés es $z = x \pm y$. Se obtiene:

$$\Delta z^2 = \Delta x^2 + \Delta y^2$$

Error relativo: $\frac{\Delta z}{z}$

Error porcentual: $(\frac{\Delta z}{z})*100\%$

g) Cifras Significativas:

Son aquellos cuyo orden de magnitud es igual o superior al error absoluto.

3. MATERIALES E INSTRUENTOS

- Una regla graduada
- Un calibrador Vernier
- Un micrómetro
- Una balanza
- Una pieza cilíndrica
- Un paralelepípedo
- Placas metálicas

4. PROCEDIMIENTO

1. En la TABLA I, identificamos las lecturas mínimas de cada instrumento de medición (probeta, dinamómetro y cronómetro), luego efectuamos cálculos con dichos instrumentos, los cuales fueron anotados en dicha tabla.

2. En la TABLA II, realizamos 10 veces la medición del espesor de 10 hojas de un cuaderno con la ayuda del micrómetro. Dichas mediciones fueron utilizadas para el cálculo del error absoluto, relativo y porcentual.

3. En la TABLA III, haciendo uso de la regla graduada, realizamos 5 mediciones a las dimensiones (largo, ancho y altura) de un paralelepípedo de concreto y otro de metal y luego calculamos la masa de cada uno de ellos con ayuda de la balanza. Dichas mediciones se encuentran anotados en la tabla.

4. En la TABLA IV, usando el calibrador Vernier repetimos las mediciones al paralelepípedo de concreto y anotamos los resultados de medición en dicha tabla.

5. En la TABLA V, usando el calibrador Vernier realizamos 5 mediciones al diámetro de una esfera metálica. Con los datos recabados, calcularemos lo requerido en la siguiente sección.

5. DATOS EXPERIMENTALES

TABLA I

Instrumento de medida	Lectura mínima	Medida
Probeta	1ml	18ml
Dinamómetro	0.02N	0.7N
Cronómetro	0.01s	4.35s

TABLA II	
Micrómetro Espesor de 10 hojas de cuaderno	
n	**e(mm)**
1	0.65
2	0.69
3	0.66
4	0.68
5	0.67
6	0.69
7	0.66
8	0.69
9	0.66
10	0.67

TABLA III			
Regla patrón Paralelepípedo concreto			
n	**l(mm)**	**h(mm)**	**a(mm)**
1	101	31	41
2	100	31	41
3	98	30	40
4	101	30	41
5	100	30	40
	Paralelepípedo metal		
1	70	19	39
2	69	20	39
3	69	19	38
4	70	19	38
5	70	20	38

TABLA IV			
Calibrador Vernier Paralelepípedo concreto			
n	**l(mm)**	**h(mm)**	**a(mm)**
1	100.7	31.1	40.5
2	99.7	31.2	41.3
3	100.1	31.0	40.9
4	100.4	30.8	41.1
5	100.0	30.6	40.5

TABLA V	
Calibrador Vernier Esfera	
n	**d(mm)**
1	25.2
2	25.2
3	25.1
4	25.3
5	25.2

6. RESULTADOS

1. Con los datos de la TABLA I, se halla el valor verdadero de cada magnitud y se determina su error absoluto, relativo y porcentual.

Probeta:

Cálculo del error absoluto:

Medida	Δx_s	Δx_e
18ml	0.5ml	Por ser solo una medida = 0ml

$$\Delta x = \sqrt{0.5^2 + 0^2}$$

$$\Delta x = 0.5\ ml$$

Cálculo del error relativo:

$$\frac{\Delta x}{\bar{x}} = \frac{0.5}{18} = 0.027$$

Cálculo del error porcentual:

$$\frac{\Delta x}{\bar{x}} 100\% = 2.7\%$$

Cálculo del valor verdadero de la probeta:

$$x = 18 \pm 2.7\% ml$$

Dinamómetro:

Cálculo del error absoluto:

Medida	Δx_s	Δx_e
0.7N	0.01N	Por ser solo una medida = 0N

$$\Delta x = \sqrt{0.01^2 + 0^2}$$

$$\Delta x = 0.01\ N$$

Cálculo del error relativo:

$$\frac{\Delta x}{\bar{x}} = \frac{0.01}{0.7} = 0.014$$

Cálculo del error porcentual:

$$\frac{\Delta x}{\bar{x}} 100\% = 1.4\%$$

Cálculo del valor verdadero del dinamómetro:

$$x = 0.7 \pm 1.4\% N$$

Cronómetro:

Cálculo del error absoluto:

Medida	Δx_s	Δx_e
4.35s	0.005s	Por ser solo una medida = 0s

$$\sqrt{\quad 2 \quad 2}$$

Cálculo del error relativo: $\Delta x \; \Delta x = 0.005 + 0$

$$\frac{\Delta x}{\bar{x}} = \frac{0.005}{4.35} = 0.0011$$

Cálculo del error porcentual:

$$\frac{\Delta x}{\bar{x}} 100\% = 0.11\%$$

Cálculo del valor verdadero del cronómetro:

$$x = 4.35 \pm 0.11\% s$$

2. Con los datos de la TABLA II, se determina el valor verdadero del espesor de una hoja del cuaderno, combinando errores. Se halla su error absoluto, relativo y porcentual.

Ojo: Los datos recabadores con el micrómetro son divididos entre 10, ya que solo pide los datos del espesor de una sola hoja.

Espesor de una hoja de cuaderno (Micrómetro)			
n	**e(mm)**	$\bar{e} - e_i (mm)$	$(\bar{e} - e_i)^2 \cdot (mm)^2$
1	0.065	0.0022	0.00000484
2	0.069	-0.0018	0.00000324
3	0.066	0.0012	0.00000144
4	0.068	-0.0008	0.00000064
5	0.067	0.0002	0.00000004
6	0.069	-0.0018	0.00000324
7	0.066	0.0012	0.00000144
8	0.069	-0.0018	0.00000324
9	0.066	0.0012	0.00000144
10	0.067	0.0002	0.00000004
	$\bar{e} =$ 0.0672		$\sum_{1}^{10} (e, - \bar{e})^2 = 0.0000196$

Cálculo del error estadístico:

$$\Delta x_e = \sqrt{\frac{0.0000196}{5 \times 4}}$$

$$\Delta x_e = 0.00098995mm$$

Cálculo del error sistemático:

$$\underline{0.01}$$

Cálculo del error absoluto: $\Delta x^s = \quad 2 \quad = 0.005mm$

$$\Delta x = \sqrt{0.00098995^2 + 0.005^2}$$

$$\Delta x = 0.005097mm$$

Cálculo del error relativo:

$$\frac{\Delta x}{\bar{x}} = \frac{0.005097}{0.0672} = 0.07584$$

Cálculo de error porcentual:

$$\frac{\Delta x}{} 100\% = 7.5\%$$

Cálculo del valor verdadero:

$$x = 0.0672 \pm 7.5\% mm$$

3. Con los datos de la TABLA III Y IV, se determina el valor verdadero del volumen del paralelepípedo y se halla el error relativo y porcentual. Debemos comparar sus resultados y explicarlos.

Usando regla patrón:

Hallando el error absoluto en el largo del paralelepípedo de concreto:

Regla Patrón Paralelepípedo concreto			
n	**l(mm)**	$\boldsymbol{\bar{l} - l_i(mm)}$	$\boldsymbol{(\bar{l} - l_i)^2(mm)^2}$
1	101	-1	1
2	100	-0	0
3	98	2	4
4	101	-1	1
5	100	0	0
	$\bar{l} = 100$		$\sum_{1}^{5}(l,-\bar{l})^2 = 6$

$$\Delta l^e = \sqrt{\frac{6}{20}} = 0.5477mm$$

$$\Delta l_s = \frac{1mm}{2} = 0.5mm$$

$$\Delta l = \sqrt{0.5477^2 + 0.5^2}$$

$$\Delta l = 0.7416mm$$

Hallando el error absoluto en la altura del paralelepípedo de concreto:

Regla Patrón Paralelepípedo concreto			
n	**h(mm)**	$\boldsymbol{\bar{h} - h_i(mm)}$	$\boldsymbol{(\bar{h} - h_i)^2(mm)^2}$
1	31	-0.6	0.36
2	31	-0.6	0.36
3	30	0.4	0.16
4	30	0.4	0.16
5	30	0.4	0.16
	$\bar{h} = 30.4$		$\sum_{1}^{5}(h_i - \bar{h})^2 = 1.2$

1

$$\Delta h_e = \sqrt{\frac{1.2}{20}} = 0.244mm$$

$$\Delta h_s = \frac{1mm}{\sqrt{2}} = 0.5mm$$

$$\Delta h = \sqrt{0.244^2 + 0.5^2}$$

$$\Delta h = 0.556mm$$

Hallando el error absoluto en el ancho del paralelepípedo de concreto:

Regla Patrón Paralelepípedo concreto			
n	**a(mm)**	$\bar{a} - a_i(mm)$	$(\bar{a} - a_i)^2(mm)^2$
1	41	-0.4	0.16
3	40	0.6	0.36
4	41	-0.4	0.16
5	40	0.6	0.36
	$\bar{a} = 40.6$		$\sum_{1}^{5}(a_i - \bar{a})^2 = 1.2$

$$\Delta a_e = \sqrt{\frac{1.2}{20}} = 0.244mm$$

$$\Delta a^s = \frac{1mm}{\sqrt{2}} = 0.5mm$$

$$\Delta a = \sqrt{0.244^2 + 0.5^2}$$

$$\Delta a = 0.556mm$$

Calculando el error relativo del volumen del paralelepípedo:

$$\Delta v = \sqrt{(0.7016)^2 + (0.3956)^2 + (0.4956)^2}$$

$$\frac{\Delta v}{\bar{v}} = 0.024$$

Cálculo del error porcentual:

$$\frac{\Delta v}{\bar{v}} 100\% = 2.4\%$$

Cálculo del volumen medio del paralelepípedo:

$$\bar{v} = 100mm \times 30.4mm \times 40.6mm$$
$$\bar{v} = 123424(mm)^3$$

Cálculo del valor verdadero del volumen del paralelepípedo:

$$v = 123424 \pm 2.4\%(mm)^3$$

Usando calibrador vernier:

Hallando el error absoluto en el largo del paralelepípedo de concreto:

Calibrador Vernier Paralelepípedo concreto			
n	**l(mm)**	$l - l_i (mm)$	$(l - l_i)^2 (mm)^2$
1	100.7	-0.52	0.2704
2	99.7	0.48	0.2304
3	100.1	0.08	0.0064
4	100.4	-0.22	0.0484
5	100	0.18	0.0324
	$\bar{l} = 100.18$		$\sum_1^5 (l_i - \bar{l})^2 = 0.588$

$$\Delta l_e = \sqrt{\frac{0.588}{20}} = 0.17146428mm$$

$$\Delta l_s = \frac{0.1mm}{2} = 0.05mm$$

$$\Delta l = \sqrt{0.17146428^2 + 0.05^2}$$

$$\Delta l = 0.1786mm$$

Hallando el error absoluto en la altura del paralelepípedo de concreto:

Calibrador Vernier Paralelepípedo concreto			
n	**h(mm)**	$\bar{h} - h_i(mm)$	$(\bar{h} - h_i)^2(mm)^2$
1	31.1	-0.16	0.0256
2	31.2	-0.26	0.0676
3	31	-0.06	0.0036
4	30.8	0.14	0.0196
5	30.6	0.34	0.1156
	$\bar{h} = 30.94$		$\sum_{1}^{5}(h_i - \bar{h})^2 = 0.232$

$$\Delta h_e = \sqrt{\frac{0.232}{20}} = 0.1077033mm$$

$$\Delta h^s = 0.12mm = 0.05mm$$

$$\Delta h = \sqrt{0.1077033^2 + 0.05^2}$$

$$\Delta h = 0.1187mm$$

Hallando el error absoluto en el ancho del paralelepípedo de concreto:

Calibrador Vernier Paralelepípedo concreto			
n	**a(mm)**	$\bar{a} - a_i(mm)$	$(\bar{a} - a_i)^2(mm)^2$
1	40.5	-0.36	0.1296
2	41.3	-0.44	0.1936
3	40.9	-0.04	0.0016
4	41.1	-0.24	0.0576
5	40.5	0.36	0.1296
	$\bar{a} = 40.86$		$\sum_{1}^{5}(a_i - \bar{a})^2 = 0.512$

$$\Delta a^e = \sqrt{\frac{0.512}{15}} = 0.16mm$$

$$\Delta a_s = \frac{0.1mm}{2} = 0.05mm$$

$$\Delta a = \sqrt{0.16^2 + 0.05^2}$$

$$\Delta a = 0.1676mm$$

Calculando el error relativo del volumen del paralelepípedo:

$$\frac{\Delta v}{v} = \sqrt{(\frac{0.1786}{100.18})^2 + (\frac{0.1187}{30.94})^2 + (\frac{0.1676}{40.86})^2}$$

$$\frac{\Delta v}{\overline{v}} = 0.0058925$$

Cálculo del error porcentual:

$$\underline{\Delta v}$$

Cálculo del volumen medio del paralelepípedo:

$$\overline{v}\ 100\% = 0.589\%$$

$$\overline{v} = 100.18mm \times 30.94mm \times 40.86mm$$

$$\overline{v} = 126648.398(mm)^3$$

Cálculo del valor verdadero del volumen del paralelepípedo:

$$v = 126648.398 \pm 0.589\%(mm)^3$$

Se obtuvieron los siguientes resultados:

- Calibrador Vernier:

$$v = 126648.398 \pm 0.589\%(mm)^3$$

- Regla Patrón:

$$v = 123424 \pm 2.4\%(mm)^3$$

En conclusión, como se puede observar, los datos obtenidos son muy similares entre sí y no habría una diferencia muy significativa puesto que las medidas recabadas están en milímetros cúbicos; si esta medida fuera transformada a otras unidades como el centímetro cúbico, se tendría una mejor percepción de la mínima diferencia entre ellos. Por otro lado, como se puede observar en los resultados, las medidas recabadas por el calibrador Vernier sería la más exacta ya que cuenta con un porcentaje de error menor al de las mediciones dadas por la regla patrón.

4. Con los datos de la TABLA V, y los resultados anteriores (3) se determina el valor verdadero de la densidad del paralelepípedo de concreto, así como el de la esfera metálica, se determina su error relativo y porcentual.

Paralelepípedo de concreto:

Cálculo del error absoluto de la **masa** del paralelepípedo de concreto:

317.1g	0.05g	Por ser solo una medida = 0g
$\bar{m}$	Δm	Δm

$$\Delta m = \sqrt{0.05^2 + 0^2}$$

$$\Delta m = 0.05\ g$$

Datos obtenidos en la sección anterior:

$$\frac{\Delta v}{\bar{v}} = 0.0058925$$

$$\bar{v} = 126648.398(mm)^3 = 126.648398cm^3$$

De lo anterior, se obtiene:

$$\Delta v = 0.74627568(cm)^3$$

Cálculo de la **densidad** del paralelepípedo de concreto:

$$\Delta\rho = \sqrt{\left(\frac{df}{dm}\cdot\Delta m\right)^2 + \left(\frac{df}{dv}\Delta v\right)^2}$$

La densidad en función a la masa y volumen del paralelepípedo:

$$\bar{\rho} = \frac{\bar{m}}{\bar{v}}$$

$$\bar{\rho} = \frac{317.1}{126.648398} = 2.50378\frac{g}{cm^3}$$

Desarrollando en la fórmula general el cálculo del error absoluto:

$$\Delta\rho = \sqrt{(v^{-1}\Delta m)^2 + (mv^{-2}\cdot\Delta v)^2}$$

$$\Delta\rho = \sqrt{(126.648398^{-1}\times 0.05)^2 + (317.1\times 126.648398^{-2}\times 0.74627568)^2}$$

$$\Delta\rho = 0.0147588\ g/cm^3$$

Cálculo del error relativo:

$$\frac{\Delta\rho}{\bar{\rho}} = 0.0058946$$

Cálculo del error porcentual:

$$\frac{\Delta\rho}{\bar{\rho}} \cdot 100\% = 0.589\%$$

Cálculo del valor verdadero de la densidad del paralelepípedo de concreto:

$$\rho = 2.50378 \pm 0.589\% \frac{g}{cm^3}$$

Esfera metálica:

Cálculo del error absoluto de la **masa** de la esfera metálica:

$\bar{m}$	Δm_s	Δm_e
66.78g	0.005g	Por ser solo una medida = 0g

$$\Delta m = \sqrt{0.005^2 + 0^2}$$

$$\Delta m = 0.005\, g$$

Cálculo del error absoluto del **diámetro** de la esfera metálica:

Ojo: Para facilitar el cálculo de la densidad; el diámetro el cual fue medido en milímetros (mm), será convertido a centímetros (cm).

Calibrador Vernier Esfera Metálica			
n	**d(cm)**	$\bar{d} - d_i(cm)$	$(d - d_i)^2(cm)^2$
1	2.52	0.00	0.00
2	2.52	0.00	0.00
3	2.51	0.01	0.0001
4	2.53	-0.01	0.0001
5	2.52	0.00	0.00
	$\bar{d} = 2.52$		$\sum_1^5 (d_i - \bar{d})^2 = 0.0002$

$$\Delta d_e = \sqrt{\frac{0.0002}{20}} = 0.003162277cm$$

$$\Delta d_s = \frac{0.1mm}{} = 0.05mm = 0.005cm$$

$$\Delta d = \sqrt[2]{0.003162277^2 + 0.005^2}$$

$$\Delta d = 0.005916cm$$

Cálculo de la **densidad media** de la esfera metálica:

$$\bar{\rho} = \frac{\bar{m}}{\bar{v}}$$

$$\frac{\bar{m}}{- \quad -}$$

$$\bar{\rho} = \frac{6}{\pi}\bar{m}\bar{d}^{-3}$$

$$\bar{\rho} = 7.9697\frac{g}{cm^3}$$

Cálculo del error absoluto de la **densidad** de la esfera metálica:

Usando la fórmula general

$$\Delta\rho = \sqrt{\left(\frac{df}{dm}\cdot\Delta m\right)^2 + \left(\frac{df}{dd}\Delta d\right)^2}$$

La densidad en función a la masa y diámetro de la esfera:

$$\bar{\rho} = \frac{6}{\pi}\bar{m}\bar{d}^{-3}$$

Desarrollando en la fórmula general:

$$\Delta\rho = \sqrt{\left(\frac{6d^{-3}}{\pi}\cdot\Delta m\right)^2 + \left(\frac{6m}{\pi}(-3)d^{-4}\cdot\Delta d\right)^2}$$

$$\Delta\rho = \sqrt{\left(\frac{6\times 2.52^{-3}}{\pi}\times 0.005\right)^2 + \left(\frac{6\times 66.78\times(-3)}{\pi}\times 2.52^{-4}\times 0.005916\right)^2}$$

$$\Delta\rho = 0.05613\overline{cm^3}$$

Cálculo del error relativo y porcentual:

$$\frac{\boldsymbol{\Delta\rho}}{\boldsymbol{\bar{\rho}}} = \mathbf{0.0070433}$$

$$\frac{\boldsymbol{\Delta\rho}}{\boldsymbol{\bar{\rho}}}\mathbf{100\%} = \mathbf{0.7\%}$$

Cálculo del valor verdadero de la densidad de la esfera metálica:

$$\boldsymbol{\rho} = \mathbf{7.9697} \pm \mathbf{0.7\%}\ \boldsymbol{\frac{g}{cm^3}}$$

7. OBSERVACIONES:

- Al momento de calcular la medida de las dimensiones del paralelepípedo sea de metal o concreto se observó irregularidades en su forma que ocasionaron variaciones en el rango de medidas.
- Mostramos un grado de dificultad con el uso de los nuevos instrumentos de medición con respecto a la práctica, como ejemplo en calibrador de Vernier y el micrómetro.

8. CONCLUSIONES:

- Aprendimos a utilizar diferentes tipos de instrumentos de medición como: el calibrador Vernier, la regla patrón, la balanza y el micrómetro; además, entendimos que todo instrumento de medición, de por sí, tiene errores y que toda medida no es exacta**.**
- Logramos diferenciar el error sistemático del estadístico.
- Lo más resaltante de esta primera práctica fue lograr cuantificar el error o incertidumbre**.**

9. CUESTIONARIO:

1. Identifique que las diferentes fuentes error en las medidas.
2. Diferencie precisión y exactitud en una medida.
3. Explique a que se denomina sensibilidad de un instrumento.
4. Explique a que se denomina cifras significativas.

Solución del cuestionario:

1. **Identifique que las diferentes fuentes error en las medidas.**
   Las principales fuentes de error se pueden clasificar en 4 grandes grupos y estas mismas se puede subdividir en otras que veremos a continuación.
   Error debido al instrumento de medida:
   - Error de alineación.
   - Error de diseño y fabricación.
   - Error por desgaste del instrumento.
   - Error por precisión y forma de los contactos.

   Error debido al operador:

   - Error de mal posicionamiento.
   - Error de lectura y paralelaje.
   - Errores que no admiten tratamiento matemático. Error por fatiga o cansancio.

   Errores debidos a los factores ambientales:
   - Error por variación de temperatura. Los objetos metálicos se dilatan cuando aumenta la temperatura y se contraen al enfriarse.
   - Otros agentes exteriores. Influyen mínimamente. Humedad, presión atmosférica, polvo y suciedad en general. También de origen mecánico, como vibraciones.

   Errores debidos a las tolerancias geométricas de la propia pieza:

   - Errores de deformación. La pieza puede estar sometida a fuerzas en el momento da la medición por debajo del límite elástico tomando cierta deformación que desaparece cuando cesa la fuerza.
   - Errores de forma. Se puede estar midiendo un cilindro cuya forma aparenta circular en su sección presente cierta forma oval.
   - Errores de estabilización o envejecimiento. Estas deformaciones provienen del cambio en la estructura interna del material.

2. **Diferencie precisión y exactitud en una medida.**
   la diferencia se basa en que la "exactitud en la medida" no es una magnitud y no se puede expresar numéricamente. Se dice que una medición es más exacta cuando más pequeño es el error de la medición, mientras que la precisión es la proximidad entre los valores medidos en mediciones repetidas y es así que se puede expresar numéricamente mediante medidas de dispersión. Se puede entender también a

   la **exactitud** como la cercanía de una medida al **valor real**, mientras que la **precisión** es el grado de cercanía de los valores de **varias medidas** en un punto.

3. **Explique a que se denomina sensibilidad de un instrumento:**
   Es el mínimo grado de medición que tiene un instrumento de medición. Esta es entendida como la magnitud más pequeña que puede medir un instrumento.

4. **Explique a que se denomina cifras significativas:**
   Las cifras significativas representan el uso de una o más escalas de una incertidumbre en determinadas aproximaciones. Se dice que 4,7 tiene dos cifras significativas, mientras que 4,70 tiene tres. Para distinguir los ceros (0) que son significativos de los que no son, estos últimos suelen indicarse como potencias de 10 en notación científica, por ejemplo 5000 será $5*10^3$ con una cifra significativa.

   NORMA:

- Son significativos todos los dígitos distintos de cero.

  8723 tiene **cuatro** cifras significativas

- Los ceros situados entre dos cifras significativas son significativos.

  105 tiene **tres** cifras significativas

- Los ceros a la izquierda de la primera cifra significativa no lo son.

  0,005 tiene **una** cifra significativa

- Para números mayores que 1, los ceros a la derecha de la coma son significativos.

  8,00 tiene **tres** cifras significativas

- Para números sin coma decimal, los ceros posteriores a la última cifra distinta de cero pueden o no considerarse significativos. Así, para el número 70 podríamos considerar una o dos cifras significativas. Esta ambigüedad se evita utilizando la notación científica.

  $7 \cdot 10^2$ tiene **una** cifra significativa
  $7{,}0 \cdot 10^2$ tiene **dos** cifras significativas

10. BIBLIOGRAFÍA:

- Física General y Experimental — J. Goldemberg Vol. 1
- Física I — Paul Tipler
- Teoría de Errores de Medición — Dra. Paula Jasen – Dra. Estela González
- Laboratorio de Física — Miguel Ángel Hidalgo y José Medina

11. ANEXOS:

Aquí observamos en correcto uso del calibrador de Venier midiendo el largo del paralelepípedo de metal.

Visualizamos el uso de una regla graduada, esta nos ayuda en este instante a medir el ancho del paralelepípedo de concreto

Su funcionamiento se basa en un tornillo micrométrico que sirve para valorar el tamaño de un objeto con gran precisión, en un rango del orden de centésimas o de milésimas de milímetro (0,01 mm y 0,001 mm, respectivamente).

Observamos en calibrador de Vernier dándonos con u cierto grado de precisión el ancho de nuestro paralelepípedo de concreto

Tenemos el claibrador de Vernier dando el diametro de nuestra esfera de metal, la cual se tuvo que realizar minimo 5 veces para obtener una mayor precision con respecto a la medida.